

**ANALISIS PERFORMANSI LAYANAN SPEEDY DENGAN
MENGUNAKAN PERANGKAT MSAN (*MULTI SPEED ACCESS NODE*)
SEBAGAI NGN (*NEXT GENERATION NETWORK*) STUDI KASUS
PT.TELKOM, Tbk (*DIVISI ACCESS*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro



UIN SUSKA RIAU

oleh :

WILLY IRAWAN
10655005223

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2013**

**ANALISIS PERFORMANSI LAYANAN SPEEDY DENGAN
MENGUNAKAN PERANGKAT MSAN (*MULTI SPEED ACCESS NODE*)
SEBAGAI NGN (*NEXT GENERATION NETWORK*) STUDI KASUS
PT.TELKOM, Tbk (*DIVISI ACCESS*)**

**WILLY IRAWAN
NIM : 10655005223**

Tanggal Sidang : 28 Juni 2013
Tanggal Wisuda :

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Speedy merupakan layanan *broadband* akses internet yang mampu kapasitas *bandwidth* up to 3072 kbps. Layanan *speedy* difungsikan untuk menambahkan *value added* pelanggan kabel telkom dan optimalisasi jaringan kabel tembaga. Prinsip kerja transmisi layanan *speedy* dengan menggunakan DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*). DSLAM berfungsi sebagai penghasil sinyal ADSL yang akan diteruskan ke pelanggan melalui kabel tembaga. Syarat ukur pada sistem *embassy* yang harus dicapai dalam SNR (*Signal to Noise Ratio*) PT. Telkom adalah diatas 13 db. Kualitas *speedy* dengan menggunakan DSLAM CO (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) yang berada di STO (*Sentral Telepon Otomate*) masih memiliki kelemahan dalam pengiriman sinyal dengan jarak 5 km menghasilkan SNR downstream 9,5 db dan upstream 7,5 db pada *bandwidth* 3072 kbps. Untuk memenuhi kebutuhan akses *broadband* dalam meningkatkan kualitas jaringan SNR (*Signal to Noise Ratio*), MSAN (*Multi Speed Access Node*) sebagai NGN (*Next Generation Network*) mampu memberikan solusi sebagai peningkatan SNR terhadap jaringan *speedy* dengan *bandwidth* 3072 kbps pada jarak 5 km menghasilkan SNR downstream 17 db dan upstream 15 db dengan *Attenuation* terbesar 20 db.

Kata kunci: *Attenuation, Bandwidth, DSLAM CO, Embassy, MSAN, SNR, Speedy*

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

*Alhamdulillah*hirabbil'alamin, Puji dan Syukur selalu terucap kehadirat Allah SWT, atas berkat, nikmat, anugrah, dan hidayah yang selalu dilimpahkannya kepada kita semua terutama kepada penulis sehingga dapat menyelaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya dan tepat pada waktu yang telah ditargetkan, Salawat beserta salam senantiasa tercurah kepada sang pahlawan pejuang hak dan perubah peradaban, Rasulullah Muhammad SAW, karena perjuangan Beliau lah kita dapat hidup dalam dunia yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi pada saat ini.

Selesai nya tugas akhir ini juga tidak lepas dari bantuan, tunjuk ajar serta motivasi yang diberikan beberapa pihak, sehingga mendorong penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Irianto dan ibunda Melly A yang selalu memberikan motifasi, do'a, nasehat dan kasih sayangnya yang tidak terhingga besar nya.
2. Abangku Harry Muryanto yang selalu mendukung dan mendoakan setiap langkah dan perjuangan Penulis selama ini.
3. Juliyanti Siregar yang selalu mendukung dan tak henti-hentinya memberikan semangat dan motivasi yang begitu besar.
4. Bapak Prof. DR. H. M. Nazir Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Ibu Dra. Hj. Yenita Morena, M. Si, Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Kunaifi, PgDipEnSt, M.Sc, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Riau.
7. Ibu Zulfatri Aini, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Riau.
8. Bapak Mulyono, ST., MT, selaku pembimbing utama, Dan Bapak Marzuki, ST pembimbing kedua yang telah membantu memberi masukan

dan petunjuk ajar kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah banyak membimbing saya dengan baik.
10. Kepada sahabat-sahabat serta teman seperjuangan TE'06, Budi, Adi, Ucok, Willy, Deny, Candra, Febri Aldy, Sandrio dan lain-lainya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat untuk terus berjuang.
11. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penyajian tugas akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan, untuk itu, penulis mengharapkan kritik beserta saran yang mendukung demi mencapai kesempurnaan agar kedepannya akan lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi pembaca yang menekuni disiplin ilmu yang sama.

Tak ada gading yang tak retak, penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan penulisan maupun kata-kata yang tidak mengena pada tempatnya serta perilaku yang kurang baik yang di sengaja ataupun tidak di sengaja selama proses penyelesaian tugas akhir ini dan selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro UIN Suska Riau.

Akhir kata, *Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Pekanbaru, Juni 2013

Willy Irawan

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN COVER | i |
| LEMBAR PERSEETUJUAN | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL..... | iv |
| LEMBAR PERNYATAAN | v |
| LEMBAR PERSEMBAHAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| DAFTAR RUMUS | xvi |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB IPENDAHULUAN..... | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang | I-1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | I-2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | I-2 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | I-2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | I-3 |
| 1.6 Tujuan Penulisan..... | I-3 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | I-3 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | II-1 |
| 2.1 Prinsip Kerja Telekomunikasi..... | II-1 |
| 2.2 Jaringan Akses Telekomunikasi..... | II-1 |
| 2.3 Jaringan Pita Lebar..... | II-2 |
| 2.4 ADSL (<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>)..... | II-2 |
| 2.5 Komponen Sistem DSL | II-3 |
| 2.6 DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)..... | II-4 |
| 2.7 Remote-DSLAM | II-5 |

| | | |
|----------------|--|--------------|
| 2.8 | Teknologi MSAN (<i>Multi Speed Network Access Node</i>)..... | II-7 |
| 2.9 | Modem..... | II-8 |
| 2.10 | Modem ADSL..... | II-9 |
| 2.11 | SNR (<i>Signal to Noise Ratio</i>) | II-10 |
| 2.12 | Atenuasi..... | II-10 |
| BAB III | METODELOGI PENELITIAN..... | III-1 |
| 3.1 | Jenis Penelitian..... | III-1 |
| 3.2 | Tahapan Penelitian | III-1 |
| 3.3 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO..... | III-2 |
| 3.4 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO jarak 1 km | III-3 |
| 3.5 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO jarak 2 km | III-3 |
| 3.5 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO jarak 3 km | III-3 |
| 3.6 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO jarak 4 km | III-3 |
| 3.7 | Pengukuran Jaringan DSLAM CO jarak 5 km | III-3 |
| 3.8 | Pengukuran Jaringan MSAN..... | III-4 |
| 3.9 | Pengukuran Jaringan MSAN Jarak 1 km | III-4 |
| 3.10 | Pengukuran Jaringan MSAN Jarak 2 km | III-5 |
| 3.10 | Pengukuran Jaringan MSAN Jarak 3 km | III-5 |
| 3.11 | Pengukuran Jaringan MSAN Jarak 4 km | III-5 |
| 3.12 | Pengukuran Jaringan MSAN Jarak 5 km | III-5 |
| 3.13 | Sistem Embassy | III-5 |
| 3.14 | Penggunaan Sistem Login Embassy | III-6 |
| 3.15 | DSLAM Slot-Port | III-7 |
| 3.16 | Analisa Perangkat..... | III-8 |
| 3.17 | Analisa Produk yang digunakan Untuk Perbandingan..... | III-9 |
| BAB IV | HASIL DAN ANALISA | IV-1 |
| 4.1 | Hasil Ukur Embassy DSLAM CO pada Jarak 1 km | IV-1 |
| 4.2 | Hasil Ukur Embassy DSLAM CO pada Jarak 2 km | IV-6 |
| 4.3 | Hasil Ukur Embassy DSLAM CO pada Jarak 3 km | IV-10 |
| 4.4 | Hasil Ukur Embassy DSLAM CO pada Jarak 4 km | IV-14 |
| 4.5 | Hasil Ukur Embassy DSLAM CO pada Jarak 5 km | IV-18 |

| | | |
|-----------------------|---|------------|
| 4.6 | Hasil Ukur Embassy MSAN pada jarak 1 km | IV-22 |
| 4.7 | Hasil Ukur Embassy MSAN pada jarak 2 km | IV-26 |
| 4.8 | Hasil Ukur Embassy MSAN pada jarak 3 km | IV-30 |
| 4.9. | Hasil Ukur Embassy MSAN pada jarak 4 km | IV-34 |
| 4.10 | Hasil Ukur Embassy MSAN pada jarak 5 km | IV-38 |
| BAB V | PENUTUP | V-1 |
| 5.1 | Kesimpulan | V-1 |
| 5.2 | Saran..... | V-1 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem telekomunikasi pada prinsip dasar kerja dalam mentransmisikan data ada dua macam, yaitu melalui sistem transmisi dengan menggunakan gelombang radio dan sistem transmisi dengan menggunakan kabel. Transmisi data dengan menggunakan kabel lebih cepat dari pada menggunakan gelombang radio. Dilihat dari segi kualitas, kedua transmisi tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan.

Saat ini PT. Telkom menyediakan beberapa jenis layanan telekomunikasi, salah satunya adalah speedy. Layanan speedy sendiri merupakan layanan akses *broadband* internet berbasis teknologi ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) dengan memanfaatkan kabel telepon pelanggan sebagai jalur utama ditumpanginya sinyal. Layanan speedy difungsikan untuk menambahkan *value added* pelanggan kabel telkom dan optimalisasi jaringan kabel tembaga. Layanan speedy yang memiliki kapasitas *bandwidth* maksimal 3 Mbps sangat mempengaruhi performansi SNR (*Signal to Noise Ratio*) terhadap sebuah jaringan kabel tembaga. PT. Telkom sendiri memiliki batas ukuran standar SNR terhadap *bandwidth* yang telah ditentukan yaitu diatas 13 db. Prinsip kerja transmisi layanan speedy dengan menggunakan DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*). DSLAM berfungsi sebagai penghasil berupa ADSL yang akan diteruskan kepelanggan melalui kabel tembaga.

Layanan speedy dengan menggunakan DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) yang berada di STO (*Sentral Telepon Otomate*) masih memiliki kelemahan dalam pengiriman signal dengan jarak yang sangat jauh. Dalam memenuhi kebutuhan akses *broadband* dan meningkatkan kualitas jaringan, MSAN (*Multi Speed Access Node*) sebagai NGN (*Next Generation Network*) mampu memberikan solusi sebagai peningkatan SNR terhadap jaringan speedy. MSAN memiliki tiga fungsi penting yaitu, sebagai sistem akses *Broadband*, sebagai akses *gateway* dalam NGN (*Next Generation Network*), dan

sebagai jaringan akses tradisional PSTN. Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik melakukan penelitian tentang ANALISIS PERFORMANSI LAYANAN SPEEDY DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT MSAN (*MULTI SPEED ACCESS NODE*) SEBAGAI NGN (*NEXT GENERATION NETWORK*) STUDI KASUS PT.TELKOM, Tbk (*DIVISI ACCESS*).

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada permasalahan yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas, maka inti dari permasalahan diatas adalah menganalisa dan membuktikan jaringan MSAN mampu meningkatkan kualitas SNR pada sebuah layanan speedy.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian akan dicapai adalah menganalisa dan membandingkan teknologi jaringan DSLAM CO dan MSAN dari segi kualitas jaringan SNR terhadap redaman serta maksimum jarak kelayakan suatu jaringan.

I.4. Batasan masalah

Dalam penelitian ini pembahasan akan dibatasi sehingga nantinya penelitian ini tidak melenceng atau mengembang dari hal yang ditujukan, adapun batasan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis kualitas performansi SNR, *Lane Rate*, *Attenuation*, *Attainable Rate* pada jaringan DSLAM CO dalam kapasitas *bandwidth* 384 Kbps, 512 kbps, 1024 kbps, 2048 kbps, 3072 kbps.
2. Menganalisis kualitas performansi SNR, *Lane Rate*, *Attenuation*, *Attainable Rate* pada jaringan MSAN dalam kapasitas *bandwidth* 384 Kbps, 512 kbps, 1024 kbps, 2048 kbps, 3072 kbps.
3. Membandingkan maksimum SNR, *Lane Rate*, *Attenuation*, pada jaringan DSLAM CO dan MSAN.
4. Layanan yang digunakan adalah speedy.
5. Sistem yang digunakan untuk melakukan analisa ini menggunakan Embassy.

6. Studi kasus pada PT. Telkom, Tbk *Divisi Access*.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun mamfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui SNR yang dihasilkan dari hasil pengukuran sistem embassy terhadap *bandwidth* 384 Kbps, 512 kbps, 1024 kbps, 2048 kbps, 3072 kbps pada jaringan DSLAM CO.
2. Mengetahui SNR yang dihasilkan dari hasil pengukuran sistem embassy terhadap *bandwdith* 384 Kbps, 512 kbps, 1024 kbps, 2048 kbps, 3072 kbps pada jaringan MSAN.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang diterapkan pada penulisan tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang tugas akhir yang dilaksanakan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini berisikan teori-teori yang digunakan dalam tugas akhir ini, yaitu teori mengenai Jaringan speedy, embassy, DSLAM CO, MSAN *bandwidth*, *Attenuation*, SNR.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan metode penelitian yang disusun pada tugas akhir ini. Proses dimana akan melakukan pengukuran dilapangan.

BAB IV PENGUJIAN HASIL DAN ANALISA

Dalam bab ini penulis akan menampilkan hasil pengukuran DSLAM CO dan MSAN melalui sistem embassy.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari tugas akhir yang telah di buat serta saran untuk pengguna dan peneliti selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Prinsip Kerja Telekomunikasi

Pada prinsipnya sebuah komunikasi harus melalui tahapan yaitu komunikasi yang diawali dengan sebuah pesan dari individu/perangkat, pesan tersebut selanjutnya dikonversikan kedalam bentuk *biner* atau *bit* yang selanjutnya *bit* tersebut di *encode* menjadi sinyal. Sinyal tersebut kemudian dikirim/dipancarkan melalui media yang telah dipilih. Media transmisi yang dipilih berupa (radio, optik, *coaxial*, tembaga). Selanjutnya sinyal diterima oleh penerima. Kemudian sinyal tersebut di *decode* kedalam format *biner* atau *bit* dan selanjutnya diubah dalam bentuk pesan asli agar dapat dibaca/didengar oleh perangkat penerima, (solekan, 2006).

2.2 Jaringan Akses Telekomunikasi

Jaringan akses adalah jaringan yang menghubungkan pelanggan dengan sentral telpon. Jaringan ini adalah jaringan telpon, karena pada dasarnya jaringan telekomunikasi adalah beberapa jaringan akses. Jaringan akses sering juga disebut sebagai *Outside Plan* (OSP), beberapa istilah juga sering disebut jaringan lokal akses. Ada empat jaringan akses yang digunakan dalam telekomunikasi (fauzi, 2006) yaitu :

1. jaringan Akses Lokal Kabel (Jarlokab atau Jarkab), yaitu jaringan yang menggunakan kabel tembaga sebagai media transmisinya. Jaringan kabel adalah jaringan yang paling lama dan paling banyak digunakan. Peningkatan jaringan ini meningkatkan pengadaan dengan menggunakan teknologi *Pair Gain* dan xDSL.
2. Jaringan Lokal Akses Radio (jarlokar), yaitu jaringan yang menggunakan radio sebagai media transmisinya. Teknologi terdiri dari radio *wireless* (*Wireless Lokal Loop*, WLL), *Cordless* dan radio *point to point*.

3. Jaringan Lokal Akses Fiber optik (jarlokaf), yaitu jaringan yang menggunakan serat optik sebagai media transmisinya. Aplikasinya terdiri dari FTTZ, FTTC, FTTB, FTTB dan FTTH.
4. Jaringan Akses *Hybrid*, yaitu jaringan ini menggunakan media transmisi gabungan , aplikasinya antara lain teknologi HFC, PON dll.

2.3 Jaringan Pita Lebar

Pita lebar (*Bandwidth*) dalam teknologi komunikasi adalah perbedaan antara frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi dalam rentang tertentu. Sebagai contoh, *line* telepon memiliki pita lebar 3000Hz yang merupakan rentang antara frekuensi tertinggi 3300Hz dan frekuensi terendah 300Hz yang dapat dilewati oleh *line* telpon. Pita lebar adalah luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi.

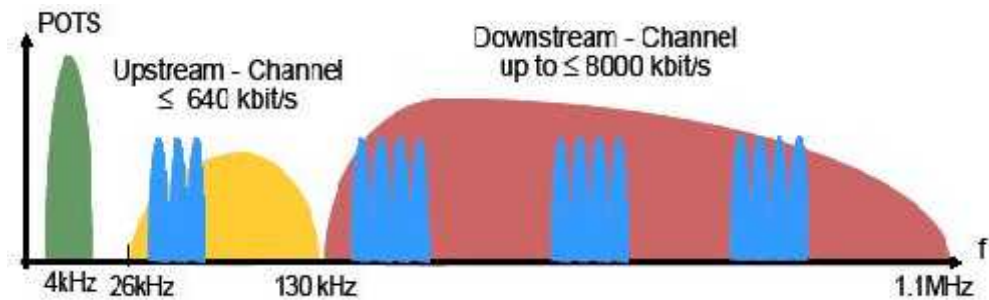
Lebar pita dalam ilmu komputer adalah suatu penghitungan konsumsi data yang tersedia pada suatu telekomunikasi. Dihitung dalam satuan bit/s (bit per detik). Perhatikan bahwa *bandwidth* yang tertera komunikasi *nirkabel*, modem transmisi data, komunikasi digital, elektronik, adalah *bandwidth* yang mengacu pada sinyal analog yang diukur dalam satuan hertz.

Lebar pita dalam dunia *web hosting* diartikan sebagai nilai maksimum besaran transfer data yang terjadi antara *server hosting* dengan komputer klien dalam suatu periode tertentu. Contohnya 5 GB dalam perbulan, yang artinya besaran maksimal transfer data yang bisa dilakukan oleh seluruh klien adalah 5 Gb. Semakin banyak fitur didalam *website* seperti gambar, video, suara, dan lainnya, maka semakin banyak *bandwidth* yang akan terpakai, (Sutandang Julyanto, 2009).

2.4 ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)

ADSL merupakan salah satu teknologi xDSL yang memungkinkan transmisi data dengan *bandwidth* yang tinggi melalui saluran telpon biasa yang terbuat dari tembaga. ADSL mempunyai kecepatan data yang berbeda untuk kirim (*uplink*) dan terima (*dowlink*). Untuk *uplink* bisa mencapai 1 Mbps sementara

untuk *dowlink* bisa mencapai 8 Mbps. Sasaran teknologi ini adalah terutama pelanggan pribadi yang lebih banyak menerima data dari pada mengirim data, sebagai contoh adalah untuk mengakses internet, kita lebih sering melakukan *download* dari pada *upload*.



Gambar 2.1 Gambar Frekuensi yang digunakan pada ADSL

(Sumber : digilib.itttelkom.ac.id)

2.5 Komponen Sistem DSL

Ada beberapa perlengkapan yang dibutuhkan untuk menyediakan layanan-layanan DSL. Komponen-komponen yang digunakan beserta fungsinya adalah sebagai berikut :

1. *Transport System*

Komponen ini menyediakan *interface* transmisi *backbone* untuk sistem DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*)

2. *Local Access Network*

Local Access Network menggunakan *local carrier inter-CO network* sebagai pondasi, *Switch ATM*, *Frame Relay*, dan *router* dapat digunakan untuk mengakses jaringan.

3. *Multiservice Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM)*

DSLAM yang berada dalam lingkungan CO (*Central Office*) ataupun diluar CO digunakan sebagai dasar untuk solusi DSL. DSLAM berfungsi untuk mengkonsentrasikan *trafik* data dari berbagai *loop* DSL yang kemudian akan dikirimkan ke *backbone network* untuk dihubungkan lagi ke jaringan lainnya. DSLAM dapat mengirimkan layanan untuk aplikasi

berbasis paket, *cell*, dan *circuit*, seperti DSL ke 10Base-T, 100Base-T, T1/E1, T3/E3 atau ATM.

4. ADSL *Transceiver Unit* (ATU-R)

Unit ini digunakan pada sisi pemakai koneksi ATU-R biasanya 10Base-T, V.35, ATM-25, atau T1/E1. Alat *multiport* lain yang mendukung suara, data, dan video juga memungkinkan ATU-R tersedia dalam berbagai konfigurasi. Selain sebagai modem DSL, ATU-R dapat juga digunakan untuk *bridging*, *routing*, TDM *multiflexing* dan ATM *multiflexing*

5. ADSL *Transfer Unit-Central* (ATU-C),

Merupakan perangkat ADSL, berupa modem yang ditempatkan pada sisi sentral yang terhubung dengan sumber layanan.

6. LPF *Splitter*

Perangkat ini ada pada CO dan pemakai yang memungkinkan *loop* digunakan untuk transmisi data kecepatan tinggi dan digunakan juga untuk komunikasi telpon. LPF *splitter* biasanya mempunyai 2 konfigurasi, yaitu *splitter* tunggal untuk pengguna rumah dan *mass splitter* untuk CO.

2.6 DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*)

DSLAM merupakan sebuah peralatan yang berfungsi menggabungkan dan memisahkan sinyal data dengan saluran telpon yang dipakai untuk mentransmisikan data, peralatan ini terletak diujung sentral telepon terdekat. Perangkat ini merupakan syarat dalam pengimplementasian jaringan *Digital Subscriber Line* (DSL). DSL adalah teknologi akses dengan perangkat khusus pada *central office* dan pelanggan yang memungkinkan transmisi *broadband* melalui kabel tembaga.

Perangkat DSLAM dapat diletakkan di STO (*Sentral Telepon Otomate*) dan R-DSLAM yang dikenal DSLAM *outdoor*. Pada perangkat DSLAM biasanya sudah terpasang *splitter* yang berfungsi memisahkan sinyal suara (PSTN) dan sinyal data (internet), dimana sinyal suara menuju perangkat sentral telpon dan sinyal data akan diarahkan menuju BRAS (*Broadband Remote Access Server*).

RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*) merupakan sistem penyelenggara protokol AAA bagi akses *network*:

1. *Authentication*

Saat melakukan akses ke DSLAM, user harus memasukan *username* dan *password*. Informasi ini akan diperiksa pada *database* dalam *server* RADIUS. Jika informasi *valid*, *server* akan melanjutkan ke sesi berikutnya (*Authorization*). Jika tidak *valid*, maka akses akan ditolak.

2. *Authorization*

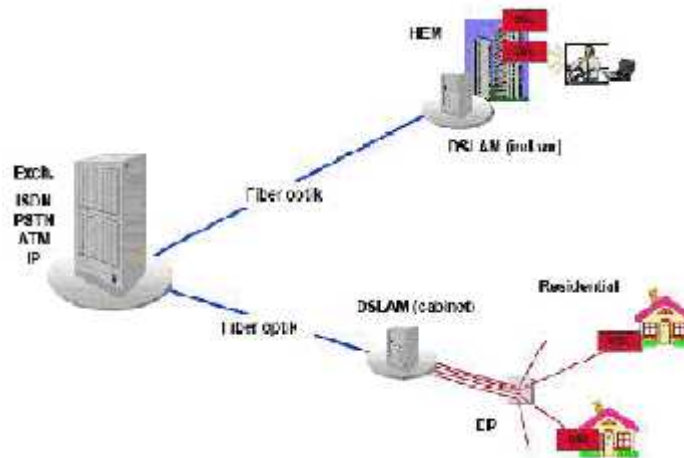
Jika Informasi *valid*, *server* akan memberikan akses ke Internet sesuai batasan kewenangan profile *user* yang bersangkutan, serta memberikan parameter yang diperlukan, termasuk alamat IP bagi *user*.

3. *Accounting*

RADIUS akan mencatat kapan *user* memulai dan mengakhiri akses Internetnya serta berapa volume data yang digunakan oleh *user* tiap session (fungsi *billing*),(Fadhil WK, Febri,2010).

2.7 Remote DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*)

Remote DSLAM merupakan aplikasi teknologi xDSL dimana R-DSLAM berada pada *cabinet outdoor* atau *cabinet indoor* gedung. Perangkat ini diletakkan lebih dekat dengan pelanggan, sehingga kualitas koneksinya lebih baik dibandingkan perangkat DSLAM yang diletakkan di dalam CO. Perangkat R-DSLAM termasuk dalam kategori perangkat MSOAN (*Multi Service Optical Access Network*), MSOAN merupakan teknologi *Hybrid* penggabungan antara JARLOKAF dengan JARLOKAT.



Gambar 2.2 Konfigurasi *Hybrid* antara JARLOKAF dengan Jarlokat
(Sumber : Fadhil WK, Febri,2010)

Prinsip kerja R-DSLAM pada prinsipnya sama dengan ADSL R-DSLAM memisahkan frekuensi sinyal suara dari *trafik* data kecepatan tinggi, serta mengontrol dan merutekan *trafik Digital Subscriber Line* (xDSL) antara perangkat *end-user* seperti *router*, modem, *network interface card* dengan jaringan penyedia layanan. R-DSLAM menyalurkan data digital memasuki jaringan suara POTS (*Plain Ordinary Telephony Service*) ketika mencapai di CO (*Central Office*). R-DSLAM mengalihkan kanal suara dengan POTS/LPF sehingga sinyal tersebut dapat dikirim melalui PSTN dan kanal data yang sudah ada kemudian ditransmisikan melalui R-DSLAM yang sebenarnya kumpulan modem DSL. Setelah menghilangkan sinyal suara analog, R-DSLAM mengumpulkan sinyal-sinyal yang berasal dari *end user* dan menyatukan menjadi sinyal tunggal dengan *bandwidth* lebar melalui *multiplexing*. Sinyal yang sudah disalurkan dengan kecepatan Mbps kedalam kanal oleh peralatan *switching backbone* melalui jaringan akses (AN) yang biasanya disebut *Network service Provider* (NSP), (Nugroho Adi, 2010).



Gambar 2.3 *Remote-DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer)*

(Sumber : www.lafibre.info)

2.8 Teknologi MSAN (*Multi Service Access Node*)

MSAN merupakan suatu *platform* jaringan akses yang menyediakan layanan umum untuk memberikan layanan *broadband* dan *narrow-band* dalam jaringan PSTN dan NGN (*Next Generation Network*). MSAN memiliki tiga fungsi penting yaitu, sebagai sistem akses *Broadband*, sebagai akses *gateway* dalam NGN (*Next Generation Network*), dan sebagai jaringan akses tradisional PSTN.

Namun secara umum, MSAN adalah layanan *multiservice* yang sejalan dengan NGN yang menyediakan fungsi *broadband* akses *multiplexer* sebagai IP DSLAM yang berdasarkan pada teknologi IP, ATM, atau TDM melalui jaringan kabel tembaga atau fiber optik. Target *platform* aksesnya adalah MSAN dengan kemampuan *triple play* dan 100% *broadband deliver*. MSAN diimplementasikan untuk menyediakan suatu solusi layanan berbasis jaringan lokal akses fiber, atau tembaga dengan *cost-effective* pada satu *layer* jaringan yang konvergen dimana layanan PSTN, NGN dan jaringan *broadband* berada pada daerah yang sama. MSAN adalah suatu akses *gateway* multimedia yang *flexibel* yang memungkinkan operator untuk menyediakan layanan xDSL, *narrowband* atau *broadband* berbasis TDM dan layanan NGN dalam suatu area layanan dari sebuah *single node* yang

terdistribusi disekitar pelanggan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan, (Nugroho Adi, 2010).



Gambar 2.4 Perangkat DSLAM

2.9 Modem

Modem berasal dari singkatan *Modulator Demodulator*. *Modulator* merupakan bagian yang mengubah sinyal informasi kedalam sinyal pembawa (*carrier*) dan siap untuk dikirimkan, sedangkan *Demodulator* adalah bagian yang memisahkan sinyal informasi (yang berisi data atau pesan) dari sinyal pembawa yang diterima sehingga informasi tersebut dapat diterima dengan baik. Modem merupakan penggabungan kedua-duanya, artinya modem adalah alat komunikasi dua arah. Setiap perangkat komunikasi jarak jauh dua arah umumnya menggunakan bagian yang disebut modem, seperti VSAT, *Microwave* Radio, dan lain sebagainya, Namun umumnya istilah modem lebih dikenal sebagai perangkat keras yang sering digunakan untuk komunikasi pada komputer.

Data komputer yang berbentuk sinyal digital diberikan kepada modem untuk diubah menjadi sinyal analog. Ketika modem menerima data dari luar berupa sinyal analog, modem mengubahnya kembali kesinyal digital supaya dapat diproses lebih lanjut oleh komputer. Sinyal analog tersebut dapat dikirimkan melalui beberapa media telekomunikasi seperti telpon dan radio.

2.10 Modem ADSL

Modem ADSL atau modem DSL adalah perangkat yang digunakan untuk menghubungkan komputer atau *router* ke saluran telepon, untuk menggunakan layanan ADSL merupakan *transceiver*. Disebut juga dengan DSL *Transceiver* atau ATU-R. Singkatan NTBBA (*Network Broadband Adapter, Network Termination Broadband Access*) juga sering ditemui beberapa negara. Beberapa modem ADSL juga mengelola dan membagi sambungan dari layanan ADSL dengan beberapa komputer. Dalam hal ini, modem ADSL berfungsi sebagai DSL *router* atau *residential gateway*. Blok didalam DSL *router* ada yang bertugas dalam proses *framing*, sementara blok lainnya melakukan *Asynchronous Transfer Mode Segmentation and Reassembly*, IEEE 802.1D *bridging* dan atau *IP routing*. Antarmuka yang umum ditemui pada ADSL modem adalah *Ethernet* dan USB. Meskipun modem ADSL bekerja dalam modus *bridge* dan tidak membutuhkan IP address publik, modem ADSL tetap disertai IP *address* untuk fungsi *managemen* seperti alamat IP 192.168.1.1.

Sebuah modem ADSL memodulasi nada-nada frekuensi tinggi untuk proses transmisi ke sebuah DSLAM dan menerima serta demodulasikannya dari DSLAM dalam melayani sambungan komputer. Modem ADSL menggunakan *frekuensi* modulasi dari 25 kHz hingga diatas MHz agar tidak mengganggu saluran suara pada spektrum 0-4 kHz. Sehingga pada saat modem konvensional digunakan, saluran telepon tidak dapat dipakai untuk panggilan atau menerima panggilan. Modem ADSL hanya dapat dihubungkan dengan *line* DSLAM yang telah dipasang.



Gambar 2.5 Modem ADSL tp-Link

2.11 SNR (*Signal to Noise Ratio*)

Signal to Noise Ratio merupakan perbandingan daya dalam suatu sinyal terhadap daya yang dikandung oleh *noise* yang muncul pada titik-titik tertentu pada saat transmisi. Hubungan daya sinyal dan *noise* tampak pada persamaan 3.

Berikut ini rumus untuk SNR

$$\text{SNR} = 10 \log_{10} (S/N) \text{ dB} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan S = daya sinyal rata-rata (Watt)

N = daya derau (Watt)

Noise yang bernilai besar akan menyebabkan nilai SNR yang semakin kecil. Semakin dekat jarak transmisi, maka akan semakin besar pula kekuatan SNR begitu pula sebaliknya.

2.12 Atenuasi

Atenuasi sinyal atau redaman sinyal merupakan proses peredaman sinyal hingga kekuatan sinyal berkurang seiring dengan penambahan jarak yang ditempuh. Berkaitan dengan atenuasi, ada tiga hal yang harus dipertimbangkan dalam membangun transmisi, Sinyal yang diterima harus cukup kuat sehingga arus elektronik pada *receiver* bisa mendeteksi sinyal, kemudian sinyal harus mempertahankan *level* yang lebih tinggi dibanding derau yang diterima. Dan atenuasi merupakan fungsi frekuensi yang meningkat.

Adapun rumus redaman adalah sebagai berikut :

P_1 = level daya sinyal kirim (Watt)

P_2 = level daya sinyal terima (Watt)

Dari rumus tersebut tampak besarnya redaman merupakan fungsi logaritma dari perbandingan daya sinyal yang ditransmisikan terhadap daya sinyal yang diterima. Hubungan antara besar redaman terhadap panjang media secara langsung belum ditentukan formulasinya. Namun hubungan tersebut dapat didekati melalui rumus resistivitas berikut :

$$R = \rho \cdot L / A \dots \dots \dots (2.2)$$

R = hambatan (Ohm)

P = bilangan konstan, disebut resistivitas (atau hambatan jenis) zat (ohm meter)

L = panjang kawat (meter)

A = diameter penampang (m^2)

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 jenis Penelitian

Dalam penelitian mengenai Analisis Performansi Perangkat MSAN (*Multi Speed Access Node*) Sebagai NGN (*Next Generation Network*) Dalam Peningkatan Kualiatan SNR (*Signal to Noise Ratio*) Pada Layanan *Speedy* penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif yang artinya metodologi yang berdasarkan data hasil dari pengukuran.

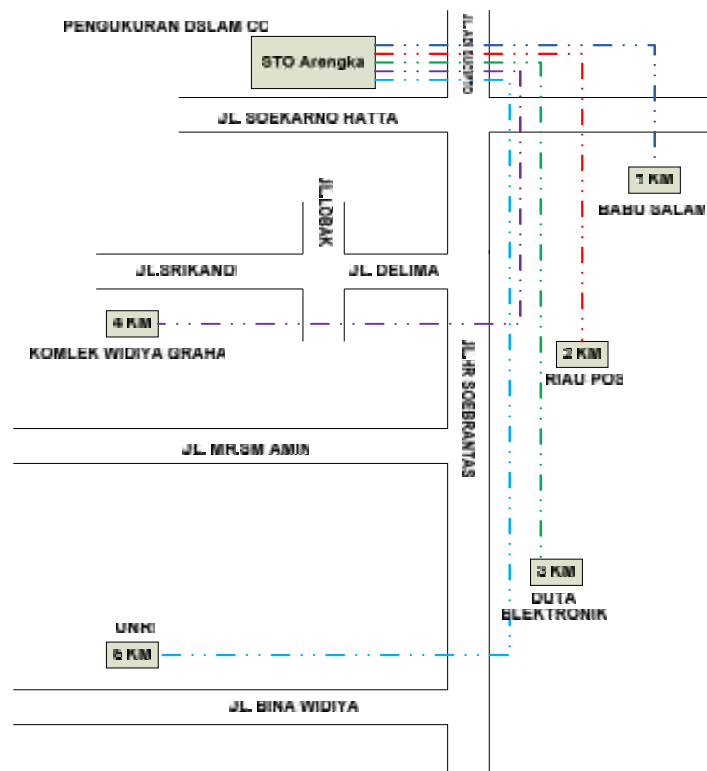
3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.3 Pengukuran Jaringan DSLAM CO

DSLAM (Central Office) STO Arengka terletak di jalan Soekarno Hatta/ Arengka dekat pasar pagi arengka. Dalam tahap ini, Peneliti akan melakukan pengukuran di lima jarak pelanggan pada 1 kilometer sampai 5 kilometer. Jarak yang diambil dalam pengukuran dijelaskan pada gambar berikut :



Gambar 3.2 Struktur Jaringan DSLAM CO yang akan diukur

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 1 km yang terletak kurang lebih didekat Babbussalam. Kemudian untuk pengukuran jarak 2 km yang terletak kurang lebih pada posisi Riau Pos. Kemudian penulis akan melakukan pengukuran SNR jarak 3 km yang terletak kurang lebih pada posisi Duta Elektronik samping rumah sakit Awal Bross yang sedang dibangun. Kemudian jarak 4 km yang terletak kurang lebih pada posisi komplek perumahan Widya Graha . Dan jarak yang terakhir pada jarak 5 km yang terletak pada posisi UNRI.

3.3 Pengukuran Jaringan DSLAM CO Pada Jarak 1 Km

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 2 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 1 km berada dekat babussalam.

3.4 Pengukuran Jaringan DSLAM CO Pada Jarak 2 Km

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 2 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 2 km berada dekat Riau Pos.

3.5 Pengukuran Jaringan DSLAM CO Pada Jarak 3 Km

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 3 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes . Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 3 km berada dekat Duta Elektronik.

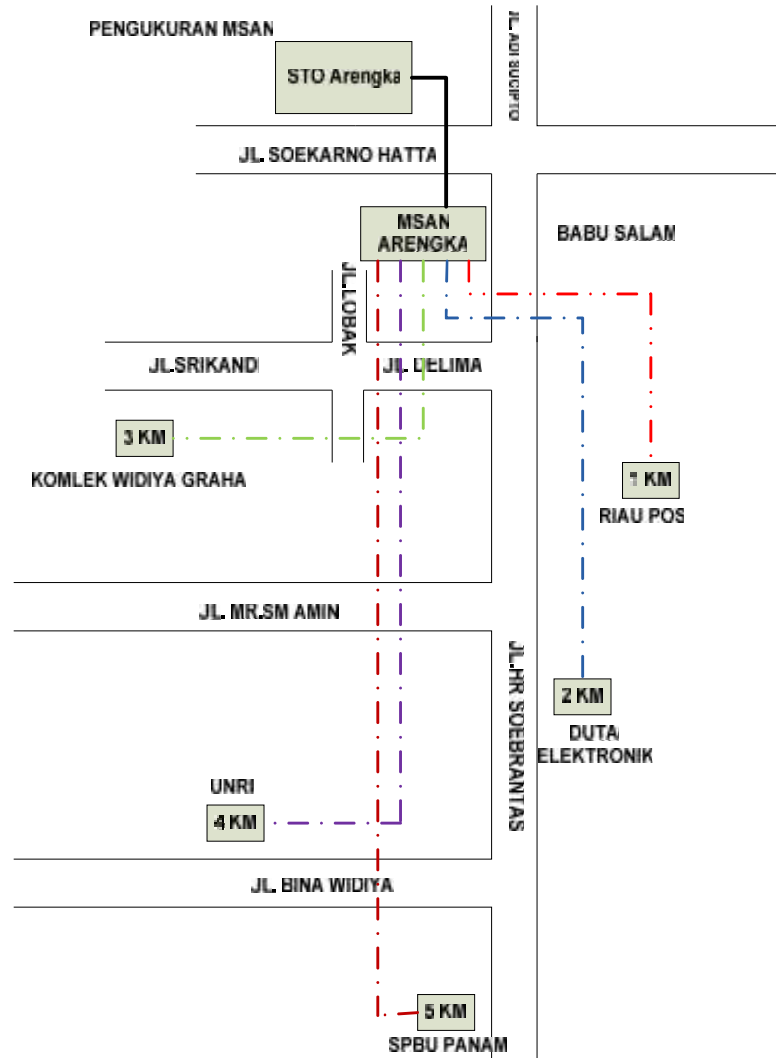
3.6 Pengukuran Jaringan DSLAM CO Pada Jarak 4 Km

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 4 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes dipelanggan . Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 4 km berada dekat Komplek Widya Graha.

3.7 Pengukuran Jaringan DSLAM CO Pada Jarak 5 km

Pada gambar 3.2 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral telpon STO Arengka jarak 5 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes . Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 5 km berada dekat UNRI.

3.8 Pengukuran Jaringan MSAN



Gambar 3.3 Struktur jaringan MSAN yang akan diukur

3.9 Pengukuran Jaringan MSAN Pada Jarak 1 Km

Pada gambar 3.3 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral MSAN Arengka jarak 1 Km ke pelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 1 km berada dekat Riau Pos

3.10 Pengukuran Jaringan MSAN Pada Jarak 2 km

Pada gambar 3.3 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral MSAN Arengka jarak 2 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 2 km berada dekat Dutaa Elektronika.

3.11 Pengukuran Jaringan MSAN Pada Jarak 3 Km

Pada gambar 3.3 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral MSAN Arengka jarak 3 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 3 km berada dekat Komplek Widya Graha.

3.12 Pengukuran Jaringan MSAN Pada Jarak 4 Km

Pada gambar 3.3 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral MSAN Arengka jarak 4 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 4 km berada dekat UNRI.

3.13 Pengukuran Jaringan MSAN Pada Jarak 5 Km

Pada gambar 3.3 dijelaskan bahwa pengukuran dilakukan dari sentral MSAN Arengka jarak 5 Km kepelanggan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan modem tes. Pengukuran akan diberikan *bandwidth* 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps pada jarak kurang lebih 5 km berada dekat SPBU Panam.

3.14 Sistem Embassy

Embassy adalah sebuah aplikasi yang digunakan oleh PT. Telkom untuk memonitor kualitas jaringan pelanggan. Dalam penggunaan Embassy kita bisa memonitor pelanggan speedy dalam kualitas pelanggan. Selain Memonitor kualitas pelanggan, Embassy sendiri berfungsi sebagai data teknis dilapangan

yang bisa membantu petugas lapangan dalam menangani gangguan telpon dan speedy.



Gambar 3.4 Sistem Embassy PT. Telkom

3.15 Penggunaan Sistem *Login* Embassy

Dalam melakukan sistem *login* Embassy harus melakukan *connected* ke intranet telkom. Setelah melakukan *connect* ke intranet barulah kita bisa masuk aplikasi Embassy. Berikut ini langkah-langkah penggunaan sistem Embassy dalam proses pengukuran kualitas jaringan speedy:

1. *Connect* ke Intranet Telkom
2. Masuk ke alamat embassy melalui *browsing* 10.88.10.250
3. Masukkan *user* dan *password*
4. Klik *login*
5. Setelah muncul menu embassy klik DSLAM *Slot-Port*
6. Masukkan *slot* dan *port* yang akan diukur



Gambar 3.5 Menu tampilan embassy PT. Telkom

Dalam menu embassy terdapat beberapa pilihan sesuai dengan fungsi-fungsi dan kebutuhan teknis ukur dilapangan. DSLAM *Slot-Port* merupakan titik sentral penjumperan menuju kepelanggan pengguna speedy.

3.16 DSLAM *Slot-Port*

DSLAM *Slot-Port* merupakan titik sentral penjamperan menuju kepelanggan pengguna speedy. DSLAM *Slot-Port* merupakan keluaran yang bersifat menghasilkan ADSL kepelanggan dari Modul DSLAM berbagai jenis *type* DSLAM. Berikut ini cara melakukan penghitungan DSLAM *Slot-Port* dilapangan:

1. DSLAM *Slot-Port* pada *type* DSLAM ZXDSL 9800
2. DSLAM *Slot-Port* MSAN *type* DSLAM HUAWEI 5600

| MODUL - 1 SLOT - 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TID | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| port term | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| label | D0#-a0 | D0#-a1 | D0#-a2 | D0#-a3 | D0#-a4 | D0#-a5 | D0#-a6 | D0#-a7 | D0#-a8 | D0#-a9 | D0#-a10 | D0#-a11 | D0#-a12 | D0#-a13 | D0#-a14 | D0#-a15 |
| port mod | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

| MODUL - 1 SLOT - 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TID | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| port term | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| label | D0#-b0 | D0#-b1 | D0#-b2 | D0#-b3 | D0#-b4 | D0#-b5 | D0#-b6 | D0#-b7 | D0#-b8 | D0#-b9 | D0#-b10 | D0#-b11 | D0#-b12 | D0#-b13 | D0#-b14 | D0#-b15 |
| port mod | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

| MODUL - 2 SLOT - 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TID | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| port term | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| label | D1#-a0 | D1#-a1 | D1#-a2 | D1#-a3 | D1#-a4 | D1#-a5 | D1#-a6 | D1#-a7 | D1#-a8 | D1#-a9 | D1#-a10 | D1#-a11 | D1#-a12 | D1#-a13 | D1#-a14 | D1#-a15 |
| port mod | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

| MODUL - 2 SLOT - 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TID | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| port term | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| label | D1#-b0 | D1#-b1 | D1#-b2 | D1#-b3 | D1#-b4 | D1#-b5 | D1#-b6 | D1#-b7 | D1#-b8 | D1#-b9 | D1#-b10 | D1#-b11 | D1#-b12 | D1#-b13 | D1#-b14 | D1#-b15 |
| port mod | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

Gambar 3.6 DSLAM Slot-Port MSAN

Dari gambar 3.6 dapat dijelaskan bahwa setiap *slot* memiliki 32 *port* dalam setiap modul. Dalam pengukuran MSAN penulis akan melakukan pengujian dimodul *Slot 6 port 16* yang terletak diposisi D0#B0 pada posisi penjumlahan speedy.

3.17 Analisa Perangkat

Perangkat keras yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan pengukuran kualitas jaringan adalah *Laptop*, Modem. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan peneliti dalam melakukan pengukuran kualitas jaringan adalah *embassy*. *Embassy* adalah sebuah aplikasi yang digunakan oleh PT. Telkom untuk memonitor kualitas jaringan pelanggan.

3.18 Analisa Produk yang digunakan untuk perbandingan

Produk yang digunakan dalam perbandingan sistem DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) CO (*Central Office*) dan MSAN (*Multi Service Access Node*) adalah speedy. Layanan speedy yang digunakan untuk perbandingan SNR (*Signal to Noise Ratio*) dalam penelitian adalah profil DSLAM yang dihasilkan pada layanan speedy 384, 512, 1024, 2048, 3072 kbps berupa SNR, *Lane Rate*, *Attenuation*, *Attainable Rate* pada jarak pelanggan 1 km, 2 km, 3 km, 4 km dan 5 km.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini, akan menganalisa hasil pengukuran SNR pada jaringan DSLAM CO dan MSAN pada jarak 1 km sampai 5 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps hingga 3072 kbps dengan menggunakan hasil ukur sistem Embassy PT. Telkom.

4.1 Hasil Pengukuran DSLAM CO jarak 1 km

Tabel 4.1 Tabel hasil ukur DSLAM CO jarak 1 km

| | | DSLAM CO | | | | |
|------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 299 Kbps | 604 Kbps | 605 Kbps |
| | SNR | 38 dB | 37 dB | 33 dB | 30 dB | 27 dB |
| | Attenuation | 5 dB | 6 dB | 6 dB | 7 dB | 8 dB |
| | Attainable Rate | 985 Kbps | 980 Kbps | 988 Kbps | 985 Kbps | 988 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 606 Kbps | 1224 Kbps | 2454 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 40 dB | 40 dB | 36 dB | 30 dB | 27 dB |
| | Attenuation | 8 dB | 8 dB | 7 dB | 7 dB | 7 dB |
| | Attainable Rate | 10452 Kbps | 10455 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10455 Kbps |

Data pengukuran pada jaringan DSLAM CO dengan menggunakan sistem embassy terhadap lima paket layanan speedy. Pengukuran yang dilakukan melalui lima parameter yaitu *line rate*, *SNR*, *attenuation*, *attainable rate*. Pengukuran lima parameter ini dilakukan pada jaringan *downstream* dan *upstream*. Untuk penjelasan parameter sebagai berikut :

1. *Line Rate* adalah kecepatan pengiriman data dari metro menuju pengguna. *Lane Rate* berupa *bandwidth* yang diberikan kepada pengguna (*user*). *Lane rate* yang diberikan kepada pengguna berbeda-beda. Dapat dilihat pada tabel 4.1.
2. SNR (*Signal to Noise Ratio*) adalah perbandingan (*ratio*) antara kekuatan sinyal (*signal strength*) dengan kekuatan derau (*noise level*). Nilai SNR dipakai untuk menunjukkan kualitas jalur koneksi, maka makin besar nilai SNR, makin tinggi kualitas jalur tersebut. Artinya makin besar pula kemungkinan jalur itu dipakai untuk lalu lintas komunikasi data dan sinyal dalam kecepatan tinggi. Dalam ketentuan sebuah SNR PT. Telkom telah menetapkan batas ukuran standar yang harus dipenuhi berupa diatas 13 db. Apabila terdapat SNR dibawah 13 db, maka jaringan dianggap tidak layak diteruskan kepengguna (*user*). Dapat dilihat pada tabel 4.1.
3. *Attenuation* adalah nilai yang menunjukkan seberapa jauh kualitas sinyal dari modem pelanggan sampai ke perangkat DSLAM atau MSAN di STO telah terdegradasi (melemah). Semakin kecil nilai *line attenuation* maka akan semakin baik. Dalam penelitian hasil survei dilapangan semakin besar jarak yang ditempuh semakin besar pula *attenuation* (redaman) yang dihasilkan.
4. *Attainable Rate* adalah nilai yang menunjukkan kapasitas *bandwidth* maksimum yang dapat ditransmisikan melalui jaringan, melihat parameter ini untuk menentukan pilihan paket yang sesuai dengan kondisi jaringan.

Pada tabel 4.1 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 1 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 38 db dan *downstream* 40 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 27 db untuk *upstream* dan 27 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.1 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.1 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR}) \dots \dots \dots (4.1)$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Sebelum masuk kerumus kanal, kita harus merubah SNR dari dB ke SNR perbandingan biasa.

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log(\text{SNR}) \dots \dots \dots (4.2)$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 38 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{38}{10}$$

$$\text{SNR} = 6309$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 6309)$$

$$C = 4838 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 40 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{40}{10}$$

$$\text{SNR} = 10000$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 10000)$$

$$C = 5068 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 27 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{27}{10}$$

$$\text{SNR} = 501$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+501)$$

$$C = 27340 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

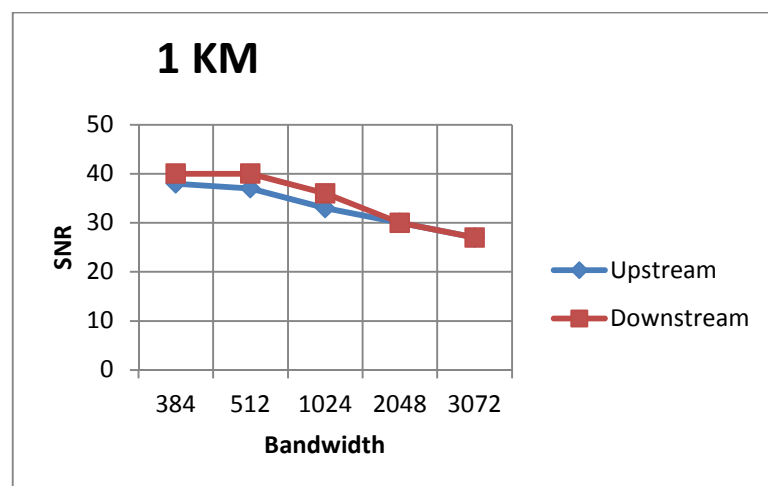
$$10 \log(\text{SNR}) = 27 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{27}{10}$$

$$\text{SNR} = 501$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+501)$$

$$C = 27340 \text{ bps}$$



Gambar 4.1 Grafik ukur DSLAM CO jarak 1 km

Pada gambar 4.1 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 27 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 1 km masih dinyatakan sangat bagus.

4.2 Hasil Pengukuran DSLAM CO jarak 2 km

Tabel 4.1 Tabel hasil ukur DSLAM CO jarak 1 km

| | | DSLAM CO | | | | |
|------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 kbps | 512 Kbps | 1024 kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 kbps | 180 Kbps | 299 Kbps | 604 Kbps | 604 Kbps |
| | SNR | 35 dB | 35 dB | 30 dB | 26 dB | 23 dB |
| | Attenuation | 8 dB | 8 dB | 9 dB | 9 dB | 10 dB |
| | Attainable Rate | 985 kbps | 985 Kbps | 980 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 kbps | 606 Kbps | 1224 Kbps | 2454 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 38 dB | 37 dB | 32 dB | 27 dB | 22 dB |
| | Attenuation | 8 dB | 8 dB | 7 dB | 7 dB | 7 Db |
| | Attainable Rate | 10452 kbps | 10455 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10455 Kbps |

Pada tabel 4.2 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 2 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 35 db dan *downstream* 38 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 23 db untuk *upstream* dan 22 db untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.1 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.2 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1+SNR)$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 35 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{35}{10}$$

$$SNR = 3162$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1+3162)$$

$$C = 4454 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(SNR) = 38 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{38}{10}$$

$$SNR = 6309$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1+6309)$$

$$C = 4838 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 23 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{23}{10}$$

$$SNR = 199$$

$$C = 3072 \cdot \log_2(1+199)$$

$$C = 23347 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

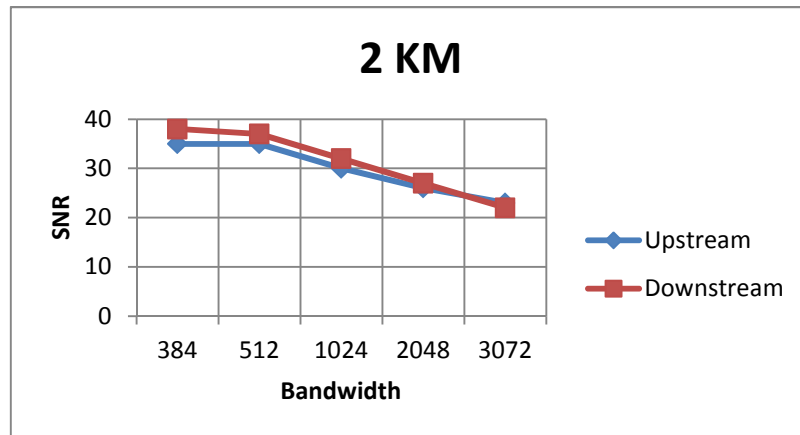
$$10 \log(SNR) = 22 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{22}{10}$$

$$\text{SNR} = 158$$

$$C = 3072 \cdot 2^{\log(1+158)}$$

$$C = 22425 \text{ bps}$$



Gambar 4.2 Grafik ukur DSLAM CO jarak 2 km

Pada gambar 4.2 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 23 db dan 22 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 2 km masih dinyatakan sangat bagus.

4.3 Hasil Pengukuran DSLAM CO jarak 3 km

Tabel 4.3 Hasil ukur DSLAM CO jarak 3 km

| | | DSLAM CO | | | | |
|------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 299 Kbps | 604 Kbps | 605 Kbps |
| | SNR | 33 dB | 32 dB | 28 dB | 21 dB | 18 dB |
| | Attenuation | 11 dB | 11 dB | 12 dB | 12 dB | 12 dB |
| | Attainable Rate | 985 Kbps | 980 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps | 988 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 606 Kbps | 1224 Kbps | 2454 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 35 dB | 35 dB | 30 dB | 23 dB | 20 dB |
| | Attenuation | 12 dB | 12 dB | 11 dB | 11 dB | 12 dB |
| | Attainable Rate | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10455 Kbps | 10452 Kbps |

Pada tabel 4.3 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 3 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 33 db dan *downstream* 35 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 18 db untuk *upstream* dan 20 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.1 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.3 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 33 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{33}{10}$$

$$\text{SNR} = 1995$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 1995)$$

$$C = 4185 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 35 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{35}{10}$$

$$\text{SNR} = 3162$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 3162)$$

$$C = 4454 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 18 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{18}{10}$$

$$\text{SNR} = 63$$

$$C = 3072 \cdot \log_2(1 + 63)$$

$$C = 18432 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

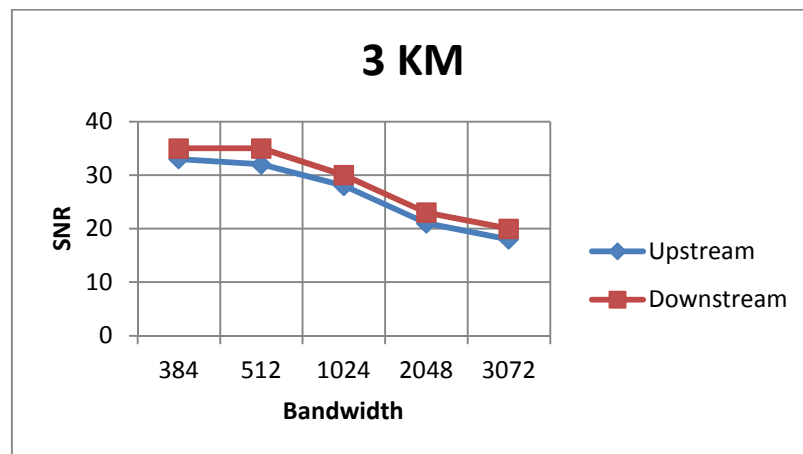
$$10 \log(\text{SNR}) = 20 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{20}{10}$$

$$\text{SNR} = 100$$

$$C = 3072 \cdot 2^{\log(1+100)}$$

$$C = 20275 \text{ bps}$$



Gambar 4.3 Grafik hasil ukur jarak 3 km

Pada gambar 4.3 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps mulai terjadi penurunan yang mendekati batas minimal *embassy* sebesar 13 db. Rata-rata pada 18 db dan 20 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 3 km masih dinyatakan masih bagus.

4.4 Hasil Pengukuran DSLAM CO jarak 4 km

Tabel 4.4 Hasil ukur DSLAM CO jarak 4 km

| | | DSLAM CO | | | | |
|------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 299 Kbps | 604 Kbps | 605 Kbps |
| | SNR | 30 dB | 29 dB | 24 dB | 18 dB | 15 dB |
| | Attenuation | 15 dB | 15 dB | 16 dB | 16 dB | 16 dB |
| | Attainable Rate | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 606 Kbps | 1224 Kbps | 2454 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 31 dB | 31 dB | 26 dB | 20 dB | 16 dB |
| | Attenuation | 16 dB | 17 dB | 16 dB | 16 dB | 16 dB |
| | Attainable Rate | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10455 Kbps |

Pada tabel 4.4 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 4 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 30 db dan *downstream* 31 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 15 db untuk *upstream* dan 16 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.4 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.4 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 30 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{30}{10}$$

$$SNR = 1000$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1+1000)$$

$$C = 3801 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(SNR) = 31 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{31}{10}$$

$$SNR = 1258$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1+1258)$$

$$C = 3916 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 15 \text{ dB}$$

$$\log(SNR) = \frac{15}{10}$$

$$SNR = 31$$

$$C = 3072 \cdot \log_2(1+31)$$

$$C = 15360 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

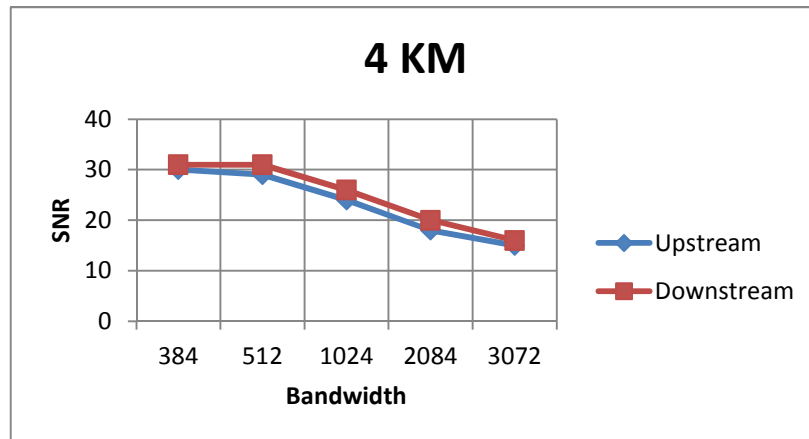
$$10 \log(SNR) = 16 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{16}{10}$$

$$\text{SNR} = 39$$

$$C = 3072 \cdot 2^{\log(1+39)}$$

$$C = 16281 \text{ bps}$$



Gambar 4.4 Grafik hasil ukur jarak 4 km

Pada gambar 4.4 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps mulai terjadi penurunan yang mendekati batas minimal embassy sebesar 13 db. Rata-rata pada 15 db dan 16 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 4 km kurang bagus karena SNR pada *upstream* dan *downstream* mendekati batas minimum 13 db. Maka untuk *bandwidth* yang mendukung pada jarak 4 km pada DSLAM CO adalah 2048 kbps.

4.5 Hasil Pengukuran DSLAM CO jarak 5 km

Tabel 4.5 Hasil ukur DSLAM CO jarak 5 km

| | | DSLAM CO | | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 299 Kbps | 604 Kbps | 605 Kbps |
| | SNR | 27 dB | 26 dB | 20 dB | 12 dB | 7.5 dB |
| | Attenuation | 19 dB | 18 dB | 19 dB | 20 dB | 20 dB |
| | Attainable Rate | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps | 985 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 606 Kbps | 1224 Kbps | 2454 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 30 dB | 30 dB | 27 dB | 12 dB | 9.5 dB |
| | Attenuation | 20 dB | 20 dB | 19 dB | 19 dB | 20 dB |
| | Attainuable Rate | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps | 10452 Kbps |

Pada tabel 4.5 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 4 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 27 db dan *downstream* 30 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 7,5 db untuk *upstream* dan 9,5 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.5 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.5 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 27 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{27}{10}$$

$$\text{SNR} = 501$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 501)$$

$$C = 3417 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 30 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{30}{10}$$

$$\text{SNR} = 1000$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 1000)$$

$$C = 3801 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 7,5 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{7,5}{10}$$

$$\text{SNR} = 5$$

$$C = 3072 \cdot \log_2(1 + 5)$$

$$C = 7680 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

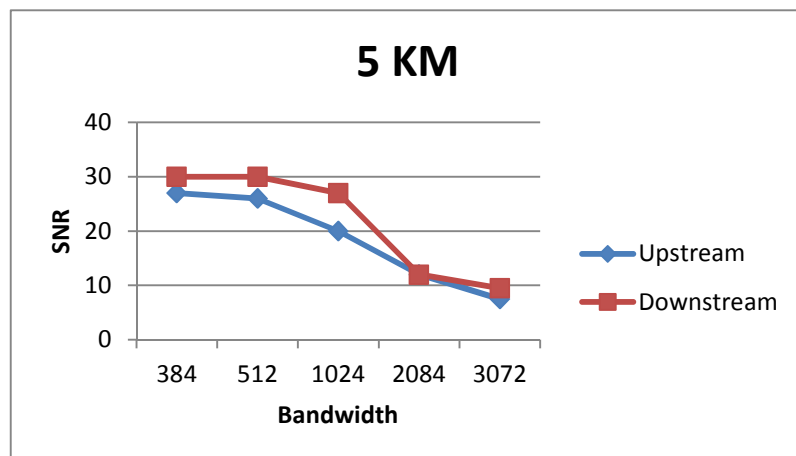
$$10 \log(\text{SNR}) = 9,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{9,5}{10}$$

$$\text{SNR} = 8$$

$$C = 3072 \cdot 2^{\log(1+8)}$$

$$C = 9523 \text{ bps}$$



Gambar 4.5 Grafik ukur DSLAM CO jarak 5 km

Pada gambar 4.5 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps mulai terjadi penurunan yang mendekati batas minimal *embassy* sebesar 13 db. Rata-rata pada 15 db dan 16 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 5 km kurang bagus karena SNR pada *upstream* dan *downstream* mendekati batas minimum 13 db pada *bandwidth* 2048 kbps dan 3072 kbps. Maka untuk *bandwidth* yang mendukung pada jarak 5 km pada DSLAM CO adalah 1024 kbps.

4.6 Hasil Pengukuran MSAN jarak 1 km

Tabel 4.6 Hasil ukur MSAN jarak 1 km

| | | MSAN | | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 298 Kbps | 603 Kbps | 603 Kbps |
| | SNR | 43.5 dB | 31 dB | 31 dB | 28 dB | 25.5 dB |
| | Attenuation | 1.5 dB | 1.5 dB | 1.5 dB | 1.5 dB | 1.5 dB |
| | Attainable Rate | 1212 Kbps | 1180 Kbps | 1208 Kbps | 1204 Kbps | 1208 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 607 Kbps | 1220 Kbps | 2455 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 39.5 dB | 42.3 dB | 38.5 dB | 36 dB | 32.5 dB |
| | Attenuation | 4.3 dB | 4.3 dB | 5 dB | 3.3 dB | 5.5 dB |
| | Attainuable Rate | 26096 Kbps | 27848 Kbps | 27572 Kbps | 27572 Kbps | 27496 Kbps |

Pada tabel 4.6 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 1 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 43,5 db dan *downstream* 39,5 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 25,5 db untuk *upstream* dan 32,5 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.6 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.2 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1+SNR)$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 43,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(SNR) = \frac{43,5}{10}$$

$$SNR = 22387$$

$$C = 384 \cdot \log(1+22387)$$

$$C = 5529 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(SNR) = 39,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(SNR) = \frac{39,5}{10}$$

$$SNR = 8912$$

$$C = 384 \cdot \log(1+8912)$$

$$C = 5030 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(SNR) = 25,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(SNR) = \frac{25,5}{10}$$

$$SNR = 354$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+354)$$

$$C = 25804 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

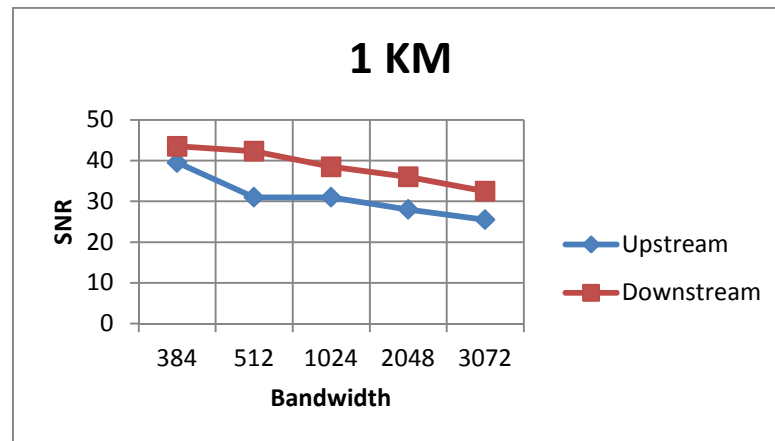
$$10 \log(SNR) = 32,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{32,5}{10}$$

$$\text{SNR} = 1778$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+1778)$$

$$C = 32870 \text{ bps}$$



Gambar 4.6 Grafik ukur MSAN jarak 1 km

Pada gambar 4.6 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 6,5 db dan 16,5 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 1 km masih dinyatakan sangat bagus.

4.7 Hasil Pengukuran MSAN jarak 2 km

Tabel 4.7 Hasil ukur MSAN jarak 2 km

| | | MSAN | | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 298 Kbps | 603 Kbps | 603 Kbps |
| | SNR | 34 dB | 30.5 dB | 28 dB | 25 dB | 23 dB |
| | Attenuation | 4.5 dB | 5 dB | 5 dB | 4.5 dB | 5 dB |

| | | | | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Attainable Rate | 1210 Kbps | 1120 Kbps | 1208 Kbps | 1204 Kbps | 1208 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 607 Kbps | 1220 Kbps | 2455 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 40.5 dB | 39 dB | 37.5 dB | 34 dB | 30 dB |
| | Attenuation | 5 dB | 6.5 dB | 6 dB | 6 dB | 5 dB |
| | Attainuable Rate | 26080 Kbps | 27565 Kbps | 27570 Kbps | 27572 Kbps | 27455 Kbps |

Pada tabel 4.7 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 2 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 34 db dan *downstream* 40,5 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 23 db untuk *upstream* dan 30 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.7 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.2 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log(1 + \text{SNR})$$

$$C = \text{Kapasitas Kanal (bps)}$$

$$B = \text{Bandwidth / Lebar Kanal (Hz)}$$

$$\text{SNR} = \text{Signal to Noise Ratio}$$

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 34 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{34}{10}$$

$$\text{SNR} = 2511$$

$$C = 384.2 \log(1+2511)$$

$$C = 4300 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 40,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{40,5}{10}$$

$$\text{SNR} = 11220$$

$$C = 384.2 \log(1+11220)$$

$$C = 5145 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 23 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{23}{10}$$

$$\text{SNR} = 199$$

$$C = 3072.2 \log(1+199)$$

$$C = 23347 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

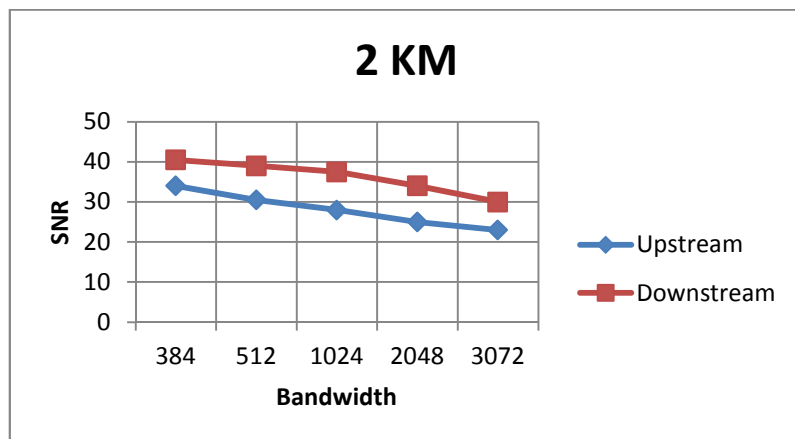
$$10 \log(\text{SNR}) = 30 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{30}{10}$$

$$\text{SNR} = 1000$$

$$C = 3072.2 \log(1+1000)$$

$$C = 30412 \text{ bps}$$



Gambar 4.7 Grafik ukur MSAN jarak 2 km

Pada gambar 4.7 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 11 db dan 10,5 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 2 km masih dinyatakan sangat bagus.

4.8 Hasil Pengukuran MSAN jarak 3 km

Tabel 4.8 Hasil ukur MSAN jarak 3 km

| | | MSAN | | | | |
|------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 Kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 298 Kbps | 603 Kbps | 603 Kbps |
| | SNR | 31 dB | 29 dB | 27 dB | 24 dB | 21 dB |
| | Attenuation | 8.5 dB | 8 dB | 9 dB | 9 dB | 9 dB |
| | Attainable Rate | 1218 Kbps | 1122 Kbps | 1212 Kbps | 1208 Kbps | 1212 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 607 Kbps | 1220 Kbps | 2455 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 38.5 dB | 38 dB | 35 dB | 30 dB | 28 dB |
| | Attenuation | 9 dB | 8 dB | 7.5 dB | 9 dB | 5 dB |

| | | | | | | |
|--|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Attainuable Rate | 26120 Kbps | 27555 Kbps | 27570 Kbps | 27572 Kbps | 27572 Kbps |
|--|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|

Pada tabel 4.8 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 3 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 31 db dan *downstream* 38,5 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 21 db untuk *upstream* dan 28 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.8 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.8 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

$$C = \text{Kapasitas Kanal (bps)}$$

$$B = \text{Bandwidth / Lebar Kanal (Hz)}$$

$$\text{SNR} = \text{Signal to Noise Ratio}$$

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 31 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{31}{10}$$

$$\text{SNR} = 1258$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 1258)$$

$$C = 3916 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 38,5 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{38,5}{10}$$

$$\text{SNR} = 7079$$

$$C = 384 \cdot {}^2\log(1+7079)$$

$$C = 4876 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 21 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{21}{10}$$

$$\text{SNR} = 125$$

$$C = 3072 \cdot {}^2\log(1+125)$$

$$C = 21196 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

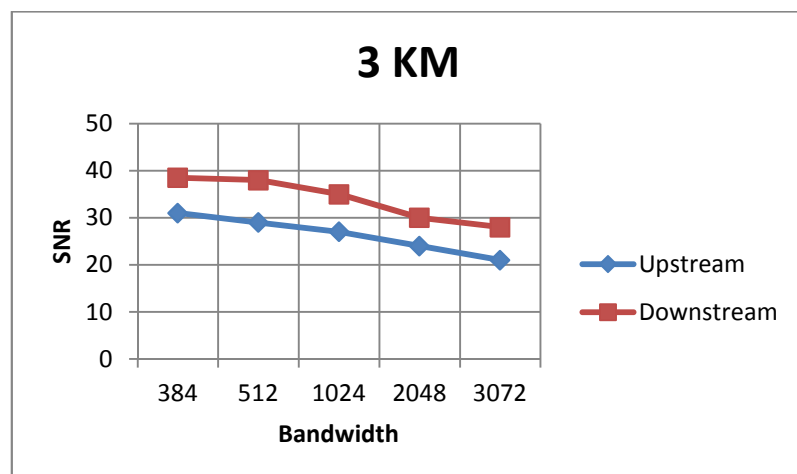
$$10 \log(\text{SNR}) = 28 \text{ dB}$$

$$\text{Log(SNR)} = \frac{28}{10}$$

$$\text{SNR} = 630$$

$$C = 3072 \cdot {}^2\log(1+630)$$

$$C = 28569 \text{ bps}$$



Gambar 4.8 Grafik hasil ukur MSAN jarak 3 km

Pada gambar 4.8 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 11 db dan 10,5 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 3 km masih dinyatakan sangat bagus.

4.9 Hasil Pengukuran MSAN jarak 4 km

Tabel 4.9 Hasil ukur MSAN jarak 4 km

| | | MSAN | | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 298 Kbps | 603 Kbps | 603 Kbps |
| | SNR | 29 dB | 26.5 dB | 24 dB | 21 dB | 19 dB |
| | Attenuation | 12 dB | 11.5 dB | 11 dB | 12 dB | 11 dB |
| | Attainable Rate | 1212 Kbps | 1120 Kbps | 1228 Kbps | 1212 Kbps | 1208 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 607 Kbps | 1220 Kbps | 2455 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 35 dB | 32 dB | 29 dB | 27 dB | 24 dB |
| | Attenuation | 11 dB | 11 dB | 12 dB | 12 dB | 13 dB |
| | Attainuable Rate | 26122 Kbps | 27570 Kbps | 27570 Kbps | 27572 Kbps | 27570 Kbps |

Pada tabel 4.9 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 4 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 29 db dan *downstream* 35 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 19 db untuk *upstream* dan 24 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.9 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya

penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.9 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

$$C = \text{Kapasitas Kanal (bps)}$$

$$B = \text{Bandwidth / Lebar Kanal (Hz)}$$

$$\text{SNR} = \text{Signal to Noise Ratio}$$

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 29 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{29}{10}$$

$$\text{SNR} = 794$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 794)$$

$$C = 3686 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 35 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{35}{10}$$

$$\text{SNR} = 3162$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 3162)$$

$$C = 4454 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 19 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{19}{10}$$

$$\text{SNR} = 79$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+79)$$

$$C = 19353 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

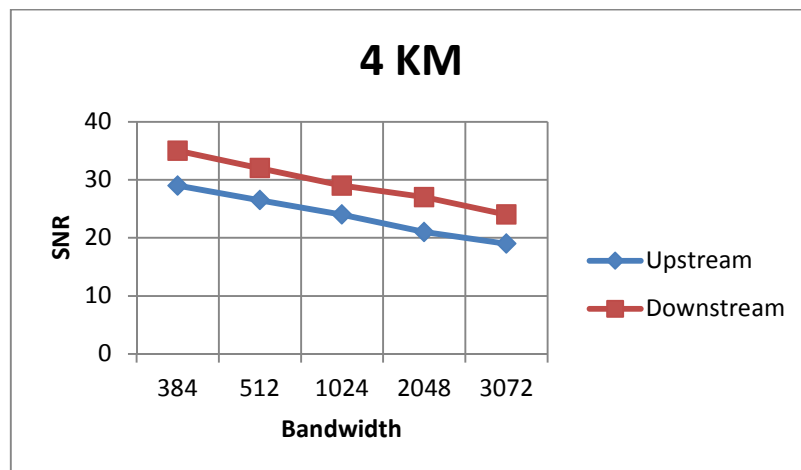
$$10 \log(\text{SNR}) = 24 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{24}{10}$$

$$\text{SNR} = 251$$

$$C = 3072 \cdot \log(1+251)$$

$$C = 24268 \text{ bps}$$



Gambar 4.9 Grafik hasil ukur MSAN jarak 4 km

Pada gambar 4.9 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 kbps tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 10 db dan 11 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 4 km masih dinyatakan sangat bagus dan belum mendekati batas minimum.

4.10 Hasil Pengukuran MSAN jarak 5 km

Tabel 4.10 Hasil ukur MSAN jarak 5 km

| | | MSAN | | | | |
|------------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | 384 Kbps | 512 Kbps | 1024 Kbps | 2048 Kbps | 3072 kbps |
| UPSTREAM | Line Rate | 140 Kbps | 180 Kbps | 298 Kbps | 603 Kbps | 603 Kbps |
| | SNR | 28 dB | 26 dB | 21 dB | 18 dB | 15 dB |
| | Attenuation | 13 dB | 13 dB | 14 dB | 14 dB | 13 dB |
| | Attainable Rate | 1212 Kbps | 1120 Kbps | 1228 Kbps | 1212 Kbps | 1212 Kbps |
| DOWNSTREAM | Line Rate | 455 Kbps | 607 Kbps | 1220 Kbps | 2455 Kbps | 3679 Kbps |
| | SNR | 33 dB | 30 dB | 25 dB | 27 dB | 17 dB |
| | Attenuation | 12 dB | 12 dB | 13 dB | 12 dB | 12 dB |
| | Attainuable Rate | 26122 Kbps | 27570 Kbps | 27570 Kbps | 27572 Kbps | 27570 Kbps |

Pada tabel 4.10 menjelaskan bahwa hasil pengukuran didapat dari hasil pengukuran sistem embassy. Hasil pengukuran pada jarak 5 km dengan memberikan *bandwidth* 384 kbps menghasilkan SNR pada *upstream* 28 db dan *downstream* 33 db. Setelah diberikan *bandwidth* 3072 kbps SNR mengalami perubahan menjadi 15 db untuk *upstream* dan 17 untuk *downstream*. Dari hasil data pada tabel 4.10 dapat dijelaskan bahwa perubahan SNR terjadi akibat adanya penambahan *bandwidth*. Semakin besar *bandwidth* yang diberikan pada sebuah jaringan semakin kecil SNR yang dihasilkan,

Pada kasus ini, penulis akan menganalisa kapasitas kanal yang dihasilkan dari tabel 4.10 dengan menggunakan rumus *teorema shannon* sebagai berikut.

$$C = B \cdot \log_2(1 + \text{SNR})$$

C = Kapasitas Kanal (bps)

B = *Bandwidth* / Lebar Kanal (Hz)

SNR = *Signal to Noise Ratio*

Dari rumus diatas, penulis akan menganalisa Kapasitas Kanal Untuk nilai SNR pada *bandwidth* 384 kbps dan 3072 kbps.

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 28 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{28}{10}$$

$$\text{SNR} = 630$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 630)$$

$$C = 3571 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 33 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{33}{10}$$

$$\text{SNR} = 1995$$

$$C = 384 \cdot \log_2(1 + 1995)$$

$$C = 4185 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *upstream* :

$$10 \log(\text{SNR}) = 15 \text{ dB}$$

$$\log(\text{SNR}) = \frac{15}{10}$$

$$\text{SNR} = 31$$

$$C = 3072 \cdot \log_2(1 + 31)$$

$$C = 15360 \text{ bps}$$

Kapasitas kanal untuk *downstream* :

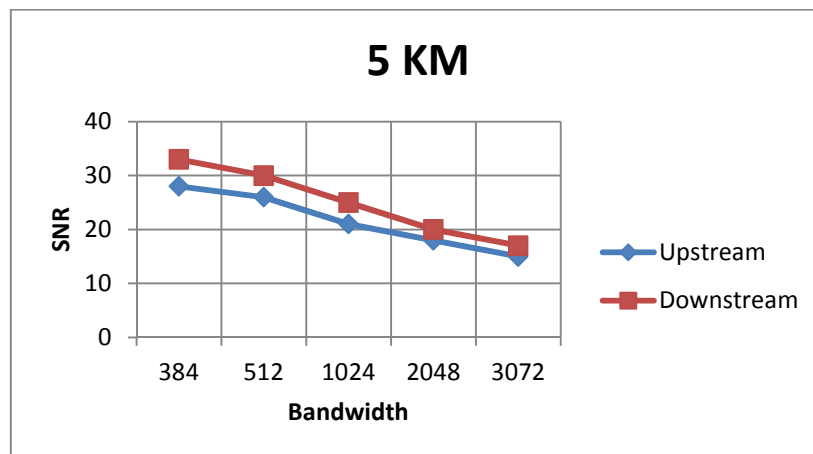
$$10 \log(\text{SNR}) = 17 \text{ dB}$$

$$\text{Log}(\text{SNR}) = \frac{17}{10}$$

$$\text{SNR} = 50$$

$$C = 3072 \cdot 2^{\log(1+50)}$$

$$C = 17203 \text{ bps}$$



Gambar 4.10 Grafik hasil ukur MSAN jarak 5 km

Pada gambar 4.10 grafik dijelaskan bahwa penurunan nilai SNR pada *bandwidth* 3072 tidak terlalu jauh dari batas ukur embassy. Rata-rata pada 10 db dan 11 db. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan untuk jarak 5 km masih dinyatakan sangat bagus dan belum mendekati batas minimum.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa yang dilakukan dapat diambil kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Pada hasil pengukuran nilai SNR DSLAM CO ketitik 1 hingga 5 km memiliki perbedaan SNR terhadap *bandwith* yang dihasilkan. Dalam hasil ukur ketitik jarak 4 km SNR yang diperoleh pada *bandwith* 3072 kbps adalah 16 db untuk *downstream* dan 15 untuk *upstream*.
2. DSLAM CO mengalami pelemahan SNR untuk *bandwith* 2048 kbps pada jarak 5 km yang menghasilkan SNR *downstream* 12 db dan *upstream* 12. Kemudian pada *bandwith* 3072 menghasilkan 9,5 db dan 7,5 db.
3. MSAN pada jarak 5 km masih mampu menghasilkan SNR *downstream* 17 db dan *upstream* 15 db untuk *bandwith* 3072 kbps.
4. DSLAM CO memiliki *attenuation* lebih besar dari pada MSAN sebesar 20 db.
5. Dengan menggunakan perangkat MSAN sebagai NGN mampu meningkatkan kualitas jaringan pada jarak 5 km pada layanan *speedy*.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, Membandingkan hasil ukur kualitas SNR GPON dan MSAN.
2. Untuk nilai perbandingan dapat diukur melalui simulasi menggunakan *optisistem software* dengan membandingkan hasil dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, Dahliar. "*Pratikum Jaringan Komputer*". 2010 [online].
http://courseware.politekniktelkom.ac.id/BUKU_MI/Semester%204/CE5310Praktikum%20Jaringan%20Komputer/Praktikum%20Jaringan%20Komputer.pdf. (diakses 29 januari 2013)
- Ardiyansah, Dian. "*Teknologi Jaringan komputer*". 2010 [online].
<http://repository.politekniktelkom.ac.id/E-Book/Jaringan/dian-jaringan.pdf>. (diakses 29 januari 2013).
- Fauzi, Rahmad. "*Jaringan Telekomunikasi*". 2006 [online].
<http://www.ittelkom.ac.id/staf/mhd/kerjasama/textbook.pdf>. (diakses 10 Januari 2013)
- Fadilah, Rijal. "*Konfigurasi Layanan IPTV Pada Metro Ethernet Access*". 2009 [online].
http://repository.upnyk.ac.id/393/1/c10_konfigurasi_layanan_iptv_pada_metro_ethernet_access.pdf. (diakses 27 Januari 2013)
- Fadhil WK, Febri. "*Teknologi Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) Pada Jaringan Speedy*". 2010 [online].
http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wpcontent/uploads/2012/05/L2F006039_MKP.pdf. (diakses 28 januari 2013)
- Nugroho, Adi. "*Teknologi Gigabit-Capable Passive Optikal Network (GPON) Sebagai Triple Play Services*". 2010 [online].
http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp-content/uploads/2012/05/L2F007001_MKP.pdf. (diakses 29 Januari 2013)
- Prastowo, Dwi. "*Mengenal Lebih Dekat Media Transmisi Sistem*". 2009 [online].
http://nic.unud.ac.id/~lie_jasa/artikel_reg_K3.pdf. (diakses 27 Januari 2013)
- Silhan, Tittah. "*Perencanaan Jaringan R-DSLAM Berbasis Teknologi PON (Passive Optical Network) Untuk Layanan Speedy*". 2008 [online].
[http://www.ittelkom.ac.id/staf/hbl/JURNAL/PERENCANAAN%20JARINGAN%20R-DSLAM%20\(Titah\).pdf](http://www.ittelkom.ac.id/staf/hbl/JURNAL/PERENCANAAN%20JARINGAN%20R-DSLAM%20(Titah).pdf). (diakses 29 januari 2013) .
- Solekan. "*Sistem Telekomunikasi*". 2006 [online].
http://courseware.politekniktelkom.ac.id/buku_ka/Semester%204/TE122%20Sistem%20Telekomunikasi/TE%20112%20Sistem%20Telekomunikasi.pdf. (diakses 10 Januari 2013).

Susanto, Irwan. “ *Analisis Jarak Terhadap Redaman , SNR (Signal To Noise Ratio), Dan Kecepatan Download Pada jaringan ADSL* “. 2009 [online].
<http://ejournal.akatelsp.ac.id/index.php/infotel/article/download/15/10>.
(diakses 29 Januari 2013).

Sutandang, Julyanto. “ *Administrasi Studi Kasus PT. Equnex Business Solution* “. 2009 [online].
<http://repository.politekniktelkom.ac.id/Proyek%20Akhir/TK/JURNAL%20PA%20ADMINISTRASI%20JARINGAN%20STUDI%20KASUS.pdf>.
(diakses 1 Febuari 2013).

Warma, Putu. “ *Memilih Topologi Jaringan Dalam Mendesain Suatu Jaringan Komputer* “. 2010 [online].
http://nic.unud.ac.id/~lie_jasa/artikel_reg_k1.pdf. (diakses 27 Januari 2010)

Zulkifli, Nadiatulhuda. “ *The Characterazion of Radio-over-Fiber Employed GPON Architektur for Wireless Distribution Network* “. 2011 [online].
<http://www.ijmlc.org/papers/78-A824.pdf>. (diakses 29 januari 2013)

